

Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira  
(Organizadores)



# FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS: Conhecimentos e pesquisas 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Américo Junior Nunes da Silva**  
**André Ricardo Lucas Vieira**  
(Organizadores)



**FORMAÇÃO**  
**INTERDISCIPLINAR**  
**DAS CIÊNCIAS EXATAS:**  
Conhecimentos e pesquisas 2

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Formação interdisciplinar das ciências exatas: conhecimentos e pesquisas 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F723 Formação interdisciplinar das ciências exatas:  
conhecimentos e pesquisas 2 / Organizadores Américo  
Junior Nunes da Silva, André Ricardo Lucas Vieira. –  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0197-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.971222006>

1. Ciências exatas. I. Silva, Américo Junior Nunes da  
(Organizador). II. Vieira, André Ricardo Lucas (Organizador).  
III. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A realidade do país e as diferentes problemáticas evidenciadas ao longo dos anos têm demandado questões muito particulares e mobilizado pesquisadores em busca de respostas a inúmeras inquietudes. É inegável que a pesquisa científica se constitui como importante mecanismo na busca dessas respostas e no melhorar a vida das pessoas e, nesse ínterim, a área de ciências exatas e as relações construídas interdisciplinarmente ocupam um lugar importante.

É neste sentido que o livro “**Formação interdisciplinar das ciências exatas: Conhecimentos e pesquisas 2**” nasceu: como forma de permitir que as diferentes experiências de pesquisadores vinculados a área de ciências exatas sejam apresentadas e constituam-se enquanto canal de formação para outros sujeitos. Reunimos aqui trabalhos de pesquisa e relatos de experiências de diferentes práticas que surgiram no interior da universidade e escola, por estudantes e professores/as pesquisadores/as de diferentes instituições do Brasil e de outros países.

Esperamos que este livro, da forma como o organizamos, desperte nos leitores provocações, inquietações, reflexões e o (re)pensar da própria prática docente, para quem já é docente, e das trajetórias de suas formações iniciais para quem encontra-se matriculado em algum curso superior. Desejo, portanto, uma ótima leitura.

Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **SIMULAÇÃO DO TEOREMA DO LIMITE CENTRAL**

Álvaro de Lemos César Anjo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220061>

### **CAPÍTULO 2..... 7**

#### **QUAL FOI O PRÓXIMO PASSO? GÊNERO E PRECONCEITO NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)**

Paula Viviane Chiés

Leandro da Costa Fialho

Alessandra Carvalho Leite

Guilherme Souto G. Magri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220062>

### **CAPÍTULO 3..... 21**

#### **COMPARAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (RG) ENTRE ANOS SECO E CHUVOSO EM UMA FLORESTA DE MATA ATLÂNTICA**

Vanessa Silva Lustosa

Carlos Alexandre Santos Querino

Marcos Antônio Lima Moura

Péricles Vale Alves

Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

Adalcir Araújo Feitosa Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220063>

### **CAPÍTULO 4..... 31**

#### **ANÁLISE DE NDVI PARA EVENTO DE QUEIMADA NO PARQUE ESTADUAL DO XINGU, MATO GROSSO- BRASIL**

Maria Joselina Gomes Ribeiro

Marina Costa de Sousa

Jonathas Franco de Sousa

Albertino Monteiro Neto

Stanley William Costa Dias

Marcela Brito Rodrigues

Matheus dos Santos Viana

Ana Paula Souza Santos

Adriano Marlisom Leão de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220064>

### **CAPÍTULO 5..... 40**

#### **“SE TIVER CÁLCULOS EU ESTOU FORA?”: A MATEMÁTICA E OS REFLEXOS PARA A ESCOLHA DA PROFISSÃO**

João Gabriel Guirra da Silva

Américo Junior Nunes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220065>

**CAPÍTULO 6..... 60**

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO PARA SÃO PAULO/SP E ERECHIM/RS UTILIZANDO DADOS DIÁRIOS PARA O VERÃO 2018/2019**

Thiago Gonçalves da Silva  
José Augusto Ferreira Neto  
Paula Andressa Alves de Araujo  
Bergson Guedes Bezerra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220066>

**CAPÍTULO 7..... 71**

**ANÁLISE DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) PARA A CIDADE DE PORTO VELHO, RONDÔNIA, BRASIL**

Pericles Vale Alves  
Luiz Octávio Fabrício dos Santos  
Altemar Lopes Pedreira Junior  
Carlos Alexandre Santos Querino  
Vandoir Bourscheidt

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220067>

**CAPÍTULO 8..... 85**

**REDUÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO NA FLORESTA AMAZÔNICA E SUAS CONSEQUÊNCIAS**

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes  
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza  
Carlos Alberto Dias Pinto  
José Francisco Berrêdo Reis da Silva  
João de Athaydes Silva Júnior  
Antonio Carlos Lôla da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220068>

**CAPÍTULO 9..... 96**

**DIVERSIDADE NAS ORGANIZAÇÕES: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Monica Almeida Gavilan  
Leonardo Lucas do Nascimento Siqueira  
Daene Silva de Moraes Lima  
Larissa Bezerra de Oliveira  
Bruna Fernandes de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220069>

**CAPÍTULO 10..... 104**

**SOBRE A FORMALIZAÇÃO DO CONJUNTO DOS NÚMEROS REAIS COMO UM CORPO ORDENADO COMPLETO**

Juliana Hazt  
Ceni Rafaele da Cruz  
Marlon Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200610>

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....  | <b>110</b> |
| ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO PROJETO MAIS SAUDE   |            |
| Simone Matos dos Santos Teixeira  |            |
| Clédson de Souza Magalhães  |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200611">https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200611</a>   |            |
| <b>CAPÍTULO 12</b> .....  | <b>116</b> |
| ANÁLISE QUÍMICA E BIOLÓGICA DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE <i>Psidium cattleianum</i>   |            |
| Paulo Roberto de Oliveira   |            |
| Felipe Eduardo Rocha Machado  |            |
| Elton Lincoln Peyerl de Souza   |            |
| Francisco de Assis Marques  |            |
| Adriano Cesar de Moraes Baroni  |            |
| Palimecio Gimenes Guerrero Junior   |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200612">https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200612</a>   |            |
| <b>CAPÍTULO 13</b> .....  | <b>128</b> |
| EFEITOS DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL INCIDENTE NA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO PANTANAL MATO-GROSSENSE   |            |
| Bruno Martins Mendes Vieira   |            |
| Leone Francisco Amorim Curado   |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200613">https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200613</a>   |            |
| <b>CAPÍTULO 14</b> .....  | <b>139</b> |
| ANÁLISE DOS CASOS DE GRANIZO NO SERTÃO DE ALAGOAS   |            |
| Davidson Lima de Melo   |            |
| Natalia Fedorova  |            |
| Vladimir Levit  |            |
|  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200614">https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200614</a> |            |
| <b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....   | <b>156</b> |
| <b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....   | <b>157</b> |

## ANÁLISE DOS CASOS DE GRANIZO NO SERTÃO DE ALAGOAS

*Data de aceite: 01/06/2022*

### **Davidson Lima de Melo**

Discente de Graduação em Meteorologia da  
UFAL - ICAT  
Maceió, Alagoas

### **Natalia Fedorova**

Professora Doutora do Instituto de Ciências  
Atmosféricas - UFAL  
Maceió, Alagoas

### **Vladimir Levit**

Professor Doutor do Instituto de Ciências  
Atmosféricas - UFAL  
Maceió, Alagoas

**RESUMO:** O granizo é um fenômeno adverso meteorológico muito raro, e nenhum método de previsão de formação de granizo foi criado ainda. Portanto, o objetivo principal é estudar a formação de granizo no estado de Alagoas. Cinco eventos de granizo foram observados no Nordeste brasileiro e dois no Estado de Alagoas ao longo de 10 anos (2011-2019). Esses dois eventos ocorreram nas cidades vizinhas Mata Grande em 25/12/2015 e Delmiro Gouveia em 04/12/2018. Dados de superfície registraram ventos fracos na superfície e umidade entre 80 e 85%. As análises sinótica e termodinâmicas foram baseadas nos dados de reanálise do modelo ERA5 - ECMWF com resolução de 0,25x0,25°. Uma forte tempestade no primeiro evento foi formada por um Vórtice Ciclônico Tropicário Médio e cavado em altos níveis; e no segundo, um cavado em toda a atmosfera. A mudança do

vento com a altitude gerou advecção local de ar frio nos níveis médios, criando instabilidade e nuvens convectivas. O modelo não mostrou um CAPE alto para formação de convecção profunda durante a ocorrência de granizo. Portanto, o granizo pode ocorrer no estado de Alagoas, mesmo que os modelos indiquem condições insuficientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Granizo; Previsão do Tempo; Nordeste Brasileiro.

### ANALYSIS OF HAIL CASES IN THE HINTERLAND OF ALAGOAS

**ABSTRACT:** Hail is a very rare adverse meteorological phenomenon and a hail formation forecast method has not yet been developed. Therefore, the main purpose of the paper is to study the hail formation in the Alagoas state. Five hail events were observed in the northeast of Brazil and two in the Alagoas State over 6 years (2014-2019). These two events took place in the nearby cities of Maceio, Mata Grande on 12/25/2015 and Delmiro Gouveia on 12/04/2018. Surface data recorded light winds at the surface and humidity between 80 and 85%. Synoptic and thermodynamic analyses were based on reanalysis data from the ERA5 - ECMWF model with a resolution of 0.25x0.25°. The strong storm in the first event was formed by a Middle Tropospheric Cyclonic Vortex and high-level trough; and in the second, the presence of a trough in the entire atmosphere. The change in wind with altitude caused local advection of cold air at the middle levels, creating instability and convective clouds. The model did not show a high CAPE for deep convection during hail. Therefore,

hail could fall in the Alagoas state, even if the models indicate insufficient conditions.

**KEYWORDS:** Hail; Weather Forecast; Brazilian Northeast.

## INTRODUÇÃO / INTRODUCTION

Em dezembro dos anos 2015 e 2018 a população do sertão de Alagoas foi surpreendida com um evento raro para a região (CHUVA, 2015 e SEMARH - AL, 2018). Devido às improbabilidades do tempo na costa leste do Nordeste Brasileiro (NEB) é difícil fazer previsão para eventos extremos, como granizo, as possibilidades de ocorrência deste são bem baixas.

O granizo é a precipitação sólida de partículas de gelo com formato irregular ligeiramente arredondado, com um diâmetro aproximado de 5 milímetros. É formado em cumulonimbus, nuvens de grande desenvolvimento vertical (Varejão-Silva, 2006). Essas nuvens são responsáveis por gerar tempestades com correntes ascendentes e descendentes intensas, propiciando a ocorrência de temporais.

Uma gota de chuva na base de uma nuvem de temporal pode subir com uma forte corrente de ascensão, quando levada para cima, alcança temperaturas menores, transformando-se em gelo. Em seguida, atrai cristais de gelo e flocos de neve na parte superior da nuvem, tornando-se maior e mais pesada (Tominaga, 2009). Este processo se repete inúmeras vezes no interior das nuvens. Quando despenca com muita velocidade, se precipita em forma de granizo (Forsdyke, 1969).

O tempo de precipitação depende da extensão vertical da zona de água no interior das nuvens cumulonimbus. Quando houver gotas com diferentes dimensões e extensão vertical (maior que 3 km), a precipitação de granizo terá longa duração. Caso contrário, com gotas de dimensões semelhantes e extensão vertical menor, a precipitação terá curta duração (Kulicov & Rudnev, 1980).

Milhahn (2016) desenvolveu uma metodologia que consiste em identificar o CCM, calcular sua área, excentricidade, duração, trajetória e velocidade média (Figura 1).

Baseado nisso, Lyra (2018 e 2020), averiguou que os casos de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) apresentam um ciclo de vida com cerca de 7 horas, englobando uma área de 110.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente, no sertão do Nordeste Brasileiro (NEB).

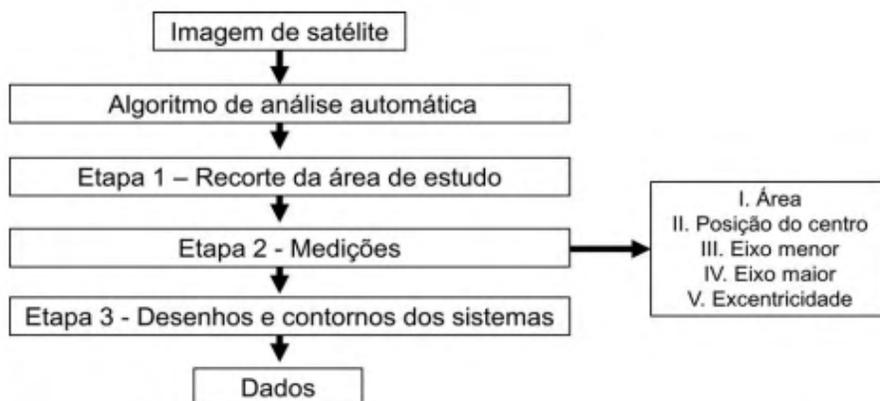


Figura 1: Etapas de processamento do algoritmo de identificação dos CCM.

Fonte: Milhahn Júnior (2016)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é a principal causa da formação de CCM (Fedorova, 2019). Cordeiro (2018) analisou casos de trovoadas no estado de Alagoas e foi constatado que os maiores índices de instabilidade são dos sistemas sinóticos: Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VCAN), ZCIT e Cavados em Altos Níveis.

Outros três sistemas também foram associados à formação de CCM no sertão do NEB: VCAN, Perturbações Ondulatórias dos Alísios (POAs) e um centro de baixa pressão, classificado como Circulação Ciclônica (Lyra, 2018).

De acordo com as reportagens nos sites de notícia, no nordeste este fenômeno só foi registrado em regiões afastadas de centros urbanos, entre o agreste e o sertão. É um fenômeno altamente prejudicial à produção agrícola. Em outras regiões do país, chuvas de granizo já aconteceram em centros urbanos (Berezuk, 2017).

Em um estudo realizado por Berezuk (2017), é evidenciado que a população economicamente vulnerável é a mais atingida. O granizo destrói telhados de amianto, material mais barato do que argila para a fabricação de telhas. São diversos prejuízos materiais, psicológicos e de vidas humanas. É importante que eventos como esse sejam previstos.

De acordo com Pontes da Silva (2011), as Perturbações Ondulatórias nos Ventos Alísios (POA), a Corrente de Jato do Nordeste Brasileiro (CJNEB) e as extremidades das frentes frias são os sistemas que mais se relacionam com as precipitações intensas no NEB. Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) provocaram boa parte dos temporais no oeste do Estado.

Contabilizando os casos baseados nas reportagens dos sites de notícia, a frequência dos eventos de granizo foi aumentando gradativamente durante os últimos anos, o que gera uma especulação sobre mudanças climáticas. A média era de um caso a cada dois

anos, entretanto houve dois casos em 2018 e um no ano seguinte.

No Brasil, as alternativas de prevenção e gerenciamento de risco de granizo são escassas. A principal alternativa utilizada para o gerenciamento do problema nas regiões de produção agrícola é a utilização de telas anti-granizo (Yuri, 2003).

## **OBJETIVOS DO TRABALHO / OBJECTIVES**

A análise dos processos físicos que possam ter provocado a precipitação de granizo no sertão alagoano usando os métodos sinóticos e termodinâmicos é o objetivo principal do estudo. O estudo foi elaborado para promover a capacidade técnico-científica na área de Meteorologia para obter informações mais relevantes que possam auxiliar os órgãos competentes na previsão de granizo e evitar danos ocasionados por fenômenos extremos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS / MATERIALS AND METHODS**

A região de estudos abrangerá o estado de Alagoas (Figura 2) no período de 2011 a 2019 (10 anos). A ocorrência de casos foi coletada com base nas reportagens em *sites* de notícias confiáveis dos principais veículos de informação do estado e do país, como G1 e UOL.

Foram considerados os casos confirmados pelo órgão local responsável pelo monitoramento de tempo e clima, como a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH – AL). Sendo feita a confirmação por meio do portal eletrônico oficial.

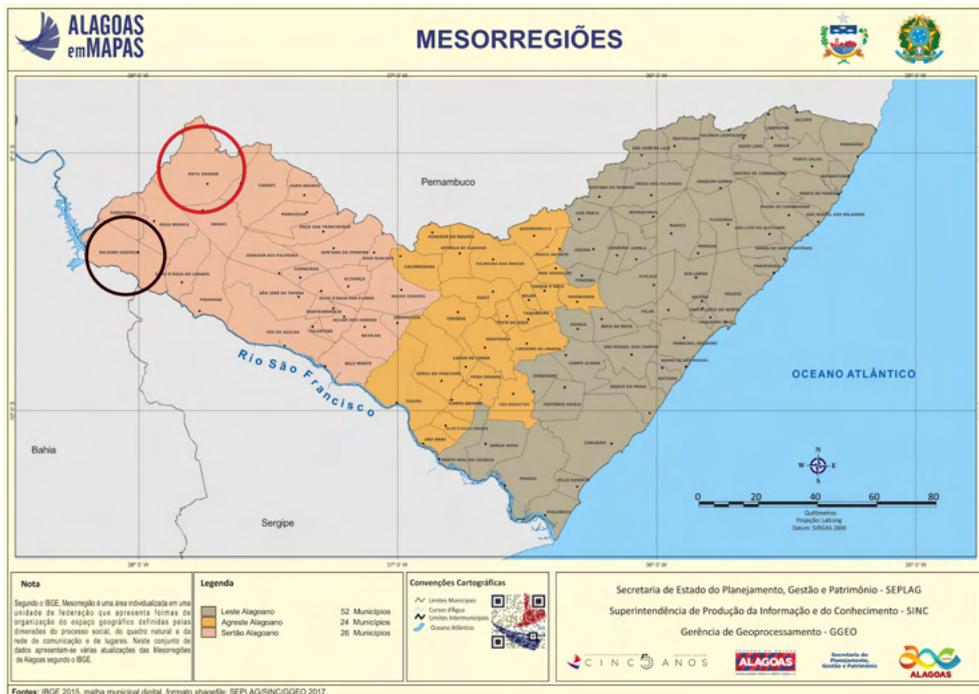


Figura 2: Mapa de Alagoas dividido por mesorregiões. Círculo vermelho indica município de Mata Grande e círculo preto indica Delmiro Gouveia.

Fonte: Governo do Estado de Alagoas.

Na elaboração do artigo foram utilizados diferentes dados e modelos:

1. Dados horários de superfície das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram utilizados para a análise das condições atmosféricas no local de estudo e no momento do evento.
  - a. Camada de nuvens: baixas, médias e altas (código);
  - b. Nebulosidade (código);
  - c. Precipitação total (mm/24h);
  - d. Pressão atmosférica ao nível: da estação e do mar (hPa);
  - e. Temperatura do ar: bulbo seco e bulbo úmido (°C);
  - f. Temperatura do ponto de orvalho (°C);
  - g. Umidade relativa do ar (%);
  - h. Direção do vento (código);
  - i. Velocidade do vento (m/s);
  - j. Visibilidade (código).

2. Os dados de reanálises do modelo *ECMWF Reanalysis v 5.0* (ERA5) - *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) com a resolução de  $0,25 \times 0,25^\circ$  em superfície e níveis de pressão padrão (1000, 950, 900, 850, 800, 700, 600, 500, 400 e 300 hPa) serão utilizados para analisar os sistemas sinóticos e processos termodinâmicos atuantes no momento do evento.

- a. Componentes zonal (u) e meridional (v) do vento;
- b. Temperatura (t);
- c. Umidade relativa (r).

3. Ferramenta gráfica *Grid Analysis and Display System* (GrADS) para plotar os campos meteorológicos e termodinâmicos com as instruções do livro: *Primeiros Passos em Análise Meteorológica: OpenGrADS é Fácil*, Fedorova, N. e Levit, V. (2020). A interpretação destes campos foi seguida pelas metodologias dos livros de Fedorova, N. 2001 e 2008.

- a. Linhas de corrente;
- b. Diagrama termodinâmico, Skew-T / Log-P.

4. Imagens dos satélites *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES-13) e *Meteorological Satellite* (METEOSAT) obtidos através do banco de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) para os canais:

- a. Infravermelho;
- b. Vapor d'água;
- c. Visível.

5. Trajetória da origem das parcelas de ar (*backwards*) calculadas pelo modelo *Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory* (HYSPLIT). As trajetórias das parcelas de ar foram calculadas com 48h de antecedência ao fenômeno, nos níveis 950, 600 e 300 hPa, sendo respectivamente 540, 4205 e 9160 metros de altitude.

Outros estudos sobre CCM no estado de Alagoas (Lyra, 2019) fizeram análises mais aprofundadas com o modelo HYSPLIT na região da Zona da Mata, para esta região do estado as previsões com 24h de antecedência foram mais satisfatórias (Brito, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO / RESULTS AND DISCUSSION

Após buscar por casos de granizo utilizando os métodos descritos na seção anterior, organizou-se os resultados por ordem cronológica, pela data e indicando o local de ocorrência do evento (Quadro 1).

| <b>Caso - Data</b> | <b>Localidade: Cidades / Estados</b>                   |
|--------------------|--|
| 1 - 30/12/2014     | Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Pernambuco |
| * 2 - 25/12/2015   | Mata Grande - AL                                       |
| 3 - 13/02/2018     | Serra Talhada, Sertão - PE                             |
| * 4 - 04/12/2018   | Delmiro Gouveia - AL                                   |
| 5 - 30/12/2019     | Alagoinhas e Água Fria - BA                            |

**\* Os casos que ocorreram no sertão alagoano foram os números 2 e 4.**

Quadro 1: Ocorrência de chuva de granizo no NEB.

Fontes: G1 AL, Cada Minuto, UOL, Correios dos Municípios - AL, APAC e SEMARH - AL.

Os municípios escolhidos foram:

- Mata Grande → Latitude: -9,12; Longitude: -37,74.
- Delmiro Gouveia → Latitude: -9,38; Longitude: -38,01.

Os casos analisados ocorreram em municípios próximos a uma estação do INMET que fica em Água Branca. Os dados de superfície serão utilizados para a análise das condições atmosféricas no local de estudo. Código 82989, latitude -9.26°, longitude -37.94°, altitude 602,4 m.

### **Caso de Mata Grande - AL em 25/12/2015**

O caso foi noticiado na noite do mesmo dia. Segundo relatos de moradores e confirmações da SEMARH - AL o evento ocorreu entre às 16h e 17h local (19Z e 20Z). A estação meteorológica do INMET mais próxima (Quadro 2), em Água Branca, registrou céu totalmente encoberto de nuvens, mas sem precipitação no local, com temperaturas em 20°C, umidade alta e ventos de 10 a 25 km/h.

| <b>Data</b>                                   | <b>25/12/2015</b> | <b>26/12/2015</b> |
|---|-------------------|-------------------|
| <b>Hora</b>                                   | <b>12:00</b>      | <b>00:00</b>      |
| Nuvens Baixas (Código)                        | 1                 | 0                 |
| Nuvens Médias (Código)                        | 2                 | 2                 |
| Nuvens Altas (Código)                         | 0                 | 0                 |
| Nebulosidade (Décimos)                        | 10                | 10                |
| Precipitação Total (mm/6h)                    | 0                 | 0                 |
| Pressão Atmosférica ao Nível da Estação (hPa) | 949               | 947,4             |
| Pressão Atmosférica ao Nível do Mar (hPa)     | 1016,9            | 1015              |
| Temperatura do Ar - Bulbo Seco (°C)           | 22,3              | 23,1              |
| Temperatura do Ar - Bulbo Úmido (°C)          | 20,8              | 20,7              |
| Temperatura do Ponto De Orvalho (°C)          | 19,9              | 19,4              |
| Umidade Relativa Do Ar (%)                    | 87                | 80                |
| Direção do Vento (°)                          | 14                | 9                 |
| Velocidade do Vento (m/s)                     | 3                 | 7                 |

\* São informações de uma estação no município vizinho.

Quadro 2: Dados da estação convencional em Água Branca. Fontes: INMET.

Nas imagens do canal infravermelho (figura 3A) é possível notar nuvens cumulonimbus de topo frio, o que é confirmado pelas imagens do canal visível (figura 3C). Há muita umidade presente na atmosfera (figura 3B).

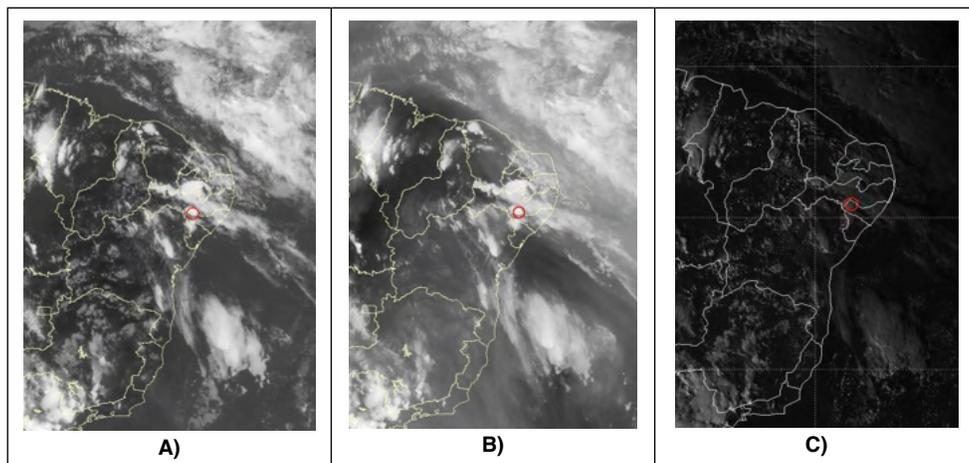


Figura 3: Imagens do satélite GOES-13 para o dia 25/12/2015 às 20Z no canal infravermelho (A), vapor d'água (B) e visível (C). Círculo vermelho indica o município de Mata Grande.

Fonte: INPE / CPTEC / DSA - NOAA.

Observa-se em baixos níveis (800 hPa) ventos de leste muito fortes sobre o oceano em direção ao continente (figura 4A). A figura 4B mostra dois ciclones em 500hPa observados às 20Z, o primeiro (B1) sobre o Maranhão, Piauí e Ceará; e o segundo (B2) sobre o oceano. Em 300hPa (figura 4C) observa-se um cavado proveniente do segundo ciclone sobre a região. Em altos níveis observam-se sistemas de baixa pressão com centro a sudoeste influenciando a região. Ou seja, em 300 hPa (figura 4C) observa-se um cavado proveniente do segundo ciclone sobre a região.

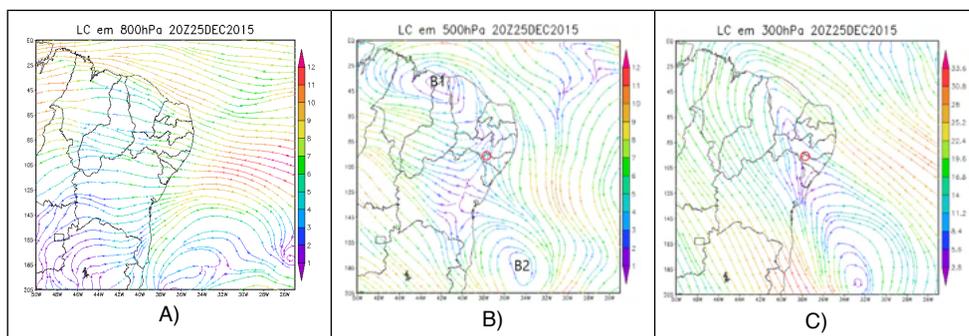


Figura 4: Linhas de corrente para o dia 25/12/2015 às 20Z em 800 hPa (A), 500 hPa (B) e 300 hPa (C). Círculo vermelho indica o município de Mata Grande.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

O perfil simulado pelo do modelo ERA5 – ECMWF para a região de granizo mostra que há nebulosidade convectiva fraca sobre o local, mas a base das nuvens (perto de 750 hPa) é um pouco elevada para nuvens convectivas intensas (figura 5). A atmosfera está muito úmida entre 950 e 800 hPa, há instabilidade condicional em todo o perfil da atmosfera.

Até 800 hPa os ventos eram fracos, acima disso se intensificaram. A variação de direção do vento com aumento de altura foi mais significativa entre 700 e 600 hPa. Esta variação em sentido horário indicou advecção local de ar frio nesta camada. Esta advecção favoreceu a formação de uma camada mais instável (750-650 hPa) que, sequentemente, contribuiu para o desenvolvimento das nuvens convectivas.

O valor de CAPE (862 J/kg) foi muito baixo para indicar a formação de granizo (Fedorova, 2017). O Valor de índice LI (-3) mostra mais instabilidade, formação da chuva convectiva e fraca possibilidade de trovoadas.

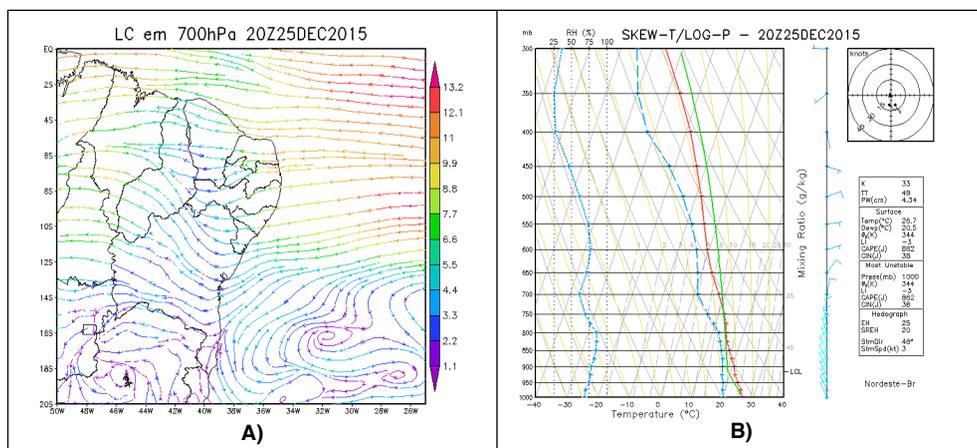


Figura 5: Linhas de Corrente em 700hPa (A) e diagrama termodinâmico (B) para o dia 25/12/2015 às 20Z.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

As parcelas das massas de ar vieram das direções: Leste em baixos níveis (950 hPa), Nordeste em médios níveis (600 hPa) e Sudeste em altos níveis (300 hPa) (Figura 6). Isto afirma que houve uma mudança na direção dos ventos em médios níveis comparando a direção do vento no momento do evento simulado pelo perfil vertical, com a trajetória da parcela calculada pelo HYSPLIT.

O ponto final da trajetória da parcela de ar foi definido para a localidade de Mata Grande (9,12°S, 37,74°W). É possível observar que as parcelas de ar que formaram este CCM vieram do oceano.

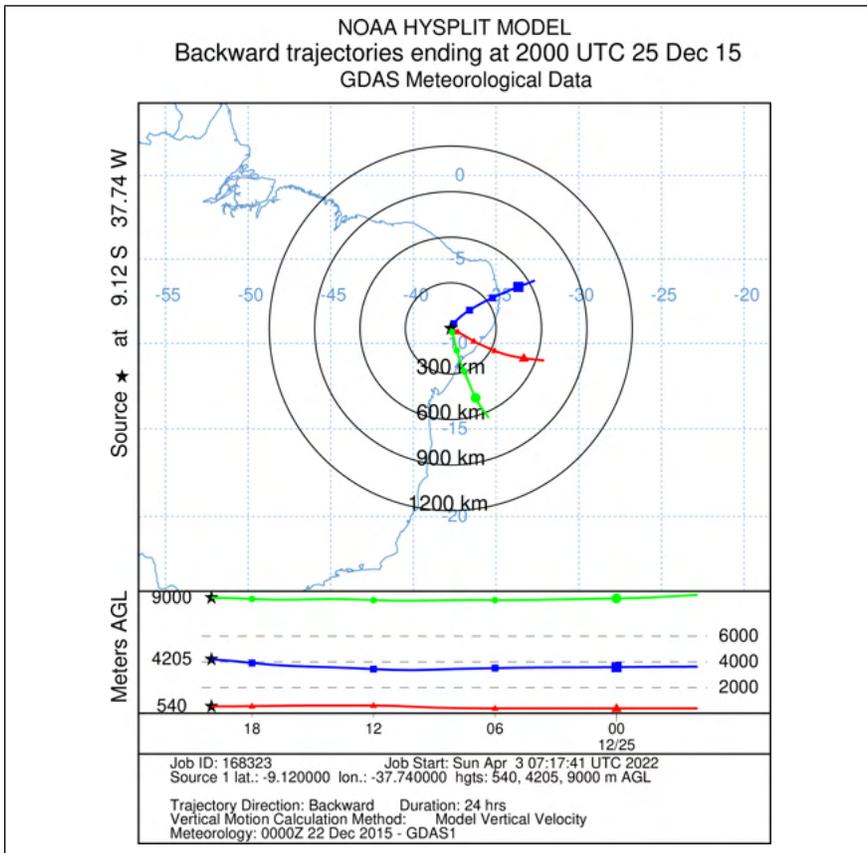


Figura 6: As trajetórias das parcelas de ar (deslocamento '*backwards*') em baixos, médios e altos níveis para Mata Grande no dia 25/12/2015 às 20Z com 24h de antecedência.

### Caso de Delmiro Gouveia - AL em 04/12/2018

O caso foi noticiado no dia seguinte. De acordo com a SEMARH - AL o evento ocorreu entre às 19h e 20h local (22Z e 23Z). A estação meteorológica mais próxima (Quadro 3) registrou céu encoberto por nuvens, com precipitação no local. A temperatura do ar estava em torno de 24° e foi diminuindo, a umidade foi aumentando com o tempo. Ventos fracos durante toda a noite.

| <b>Data</b>                                  | <b>04/12/2018</b> | <b>05/12/2018</b> |
|--|-------------------|-------------------|
| <b>Hora</b>                                  | <b>18:00</b>      | <b>00:00</b>      |
| Nuvens Baixas (Código)                       | 0                 | 0                 |
| Nuvens Médias (Código)                       | 9                 | 7                 |
| Nuvens Altas (Código)                        | 0                 | 2                 |
| Nebulosidade (Décimos)                       | 9                 | 10                |
| Precipitação Total (mm/6h)                   | 0                 | 22,2              |
| Pressao Atmosferica ao Nivel Da Estação (mb) | 938,3             | 943,6             |
| Pressao Atmosferica Ao Nivel Do Mar (mb)     | null              | null              |
| Temperatura do Ar - Bulbo Seco (°C)          | 30,7              | 21,7              |
| Temperatura do Ar - Bulbo Úmido (°C)         | 24,3              | 21,5              |
| Temperatura do Ponto De Orvalho (°C)         | 21,4              | null              |
| Umidade Relativa Do Ar (%)                   | 58                | 98                |
| Direção do Vento (°)                         | 23                | 23                |
| Velocidade do Vento (m/s)                    | 1                 | 1                 |

\* São informações de uma estação no município vizinho.

Quadro 3: Dados da estação convencional em Água Branca. Fontes: INMET.

Devido a falta de banco de dados, apenas foi possível encontrar imagens nos canais infravermelho (figura 7A) e realçado (figura 7B), que exibem um grande aglomerado sobre o sertão nordestino. Pode-se observar que sobre o município de estudo o topo da nuvem está frio. A temperatura do topo das nuvens (pelos dados no canal realçado, figura 7B) atingiu  $-90^{\circ}\text{C}$ .

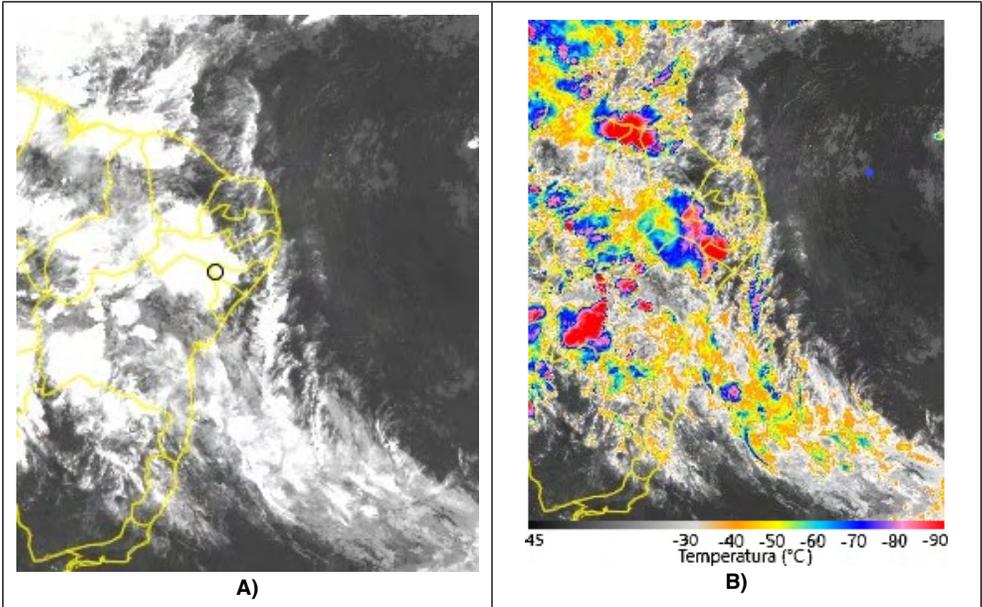


Figura 7: Imagens do satélite GOES-16 para o dia 04/12/2018 às 22Z nos canais infravermelho (A) e infravermelho realçado (B). Círculo preto indica o município de Delmiro Gouveia.

Fonte: INMET.

Em todos os níveis observa-se cavados influenciando a região. A figura 8A mostra um cavado que se forma sobre o local do evento e se direciona a uma convergência em torno do estado, elevando as massas de ar. Em 600 hPa (figura 8B), um cavado pequeno e fraco influencia o estado de Alagoas. Em altos níveis, 300 hPa (figura 8C) mostra fortes ventos ciclônicos que geram um cavado sobre o estado.

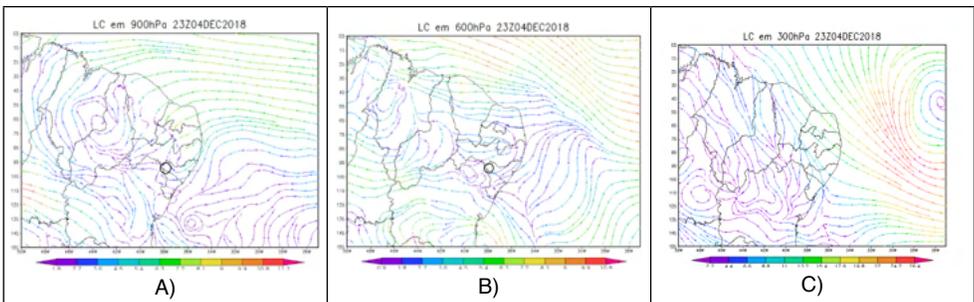


Figura 8: Linhas de corrente para o dia 04/12/2018 às 23Z em 900 hPa (A), 600 hPa (B) e 300 hPa (C). Círculo preto indica o município de Delmiro Gouveia.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

O diagrama termodinâmico mostra que havia nebulosidade convectiva fraca sobre o local (figura 9). O índice de CAPE é muito baixo para uma nuvem (cumulonimbus) formar

granizo, apenas 680 J. A variação do vento com a altura mostra a advecção de ar quente próximo da superfície (variação do vento à esquerda) e advecção fria perto do nível de 750 hPa (variação do vento para a direita). Esta advecção gerou um aquecimento próximo da superfície, resultando em uma camada mais instável (600-700 hPa) (Fedorova, 2017).

Estes dois fatores contribuíram na formação de instabilidade local. Importante destacar que no evento de granizo em Mata Grande também foi identificada a advecção de ar frio no mesmo nível.

Contudo, a atmosfera ficou seca e mais fria em médios níveis e úmida em baixos níveis. Entre 900 e 800 hPa a temperatura do ar era igual ao ponto de orvalho. Em 350 hPa são indicadas nuvens do tipo Cirrus com umidade superior a 100%.

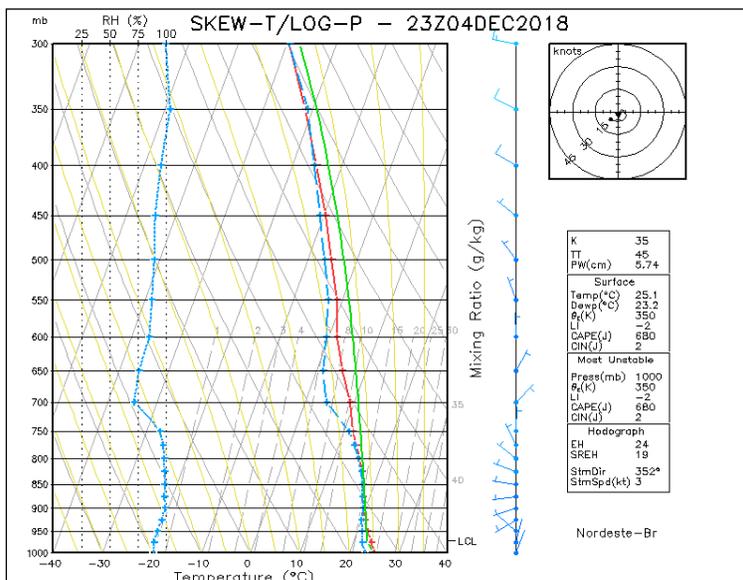


Figura 9: Diagrama termodinâmico para o dia 04/12/2018 às 23Z.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

Verifica-se que em altos níveis (300 hPa) há um deslocamento majoritariamente meridional desde o sul (figura 10), enquanto que em médios níveis esse deslocamento é relativamente zonal nos dois casos. Tanto neste, quanto no outro caso, a trajetória em baixos níveis (950 hPa) é zonal. Sendo no caso de Mata Grande de leste para oeste, e para Delmiro Gouveia de oeste para leste.

Diferente do anterior, nesse caso nenhuma parcela de ar provém do oceano dentro de 24h de simulação. Entre 48 e 36h de antecedência é possível observar massas de ar dos médios níveis sobre o oceano.

NOAA HYSPLIT MODEL  
 Backward trajectories ending at 2200 UTC 04 Dec 18  
 GDAS Meteorological Data

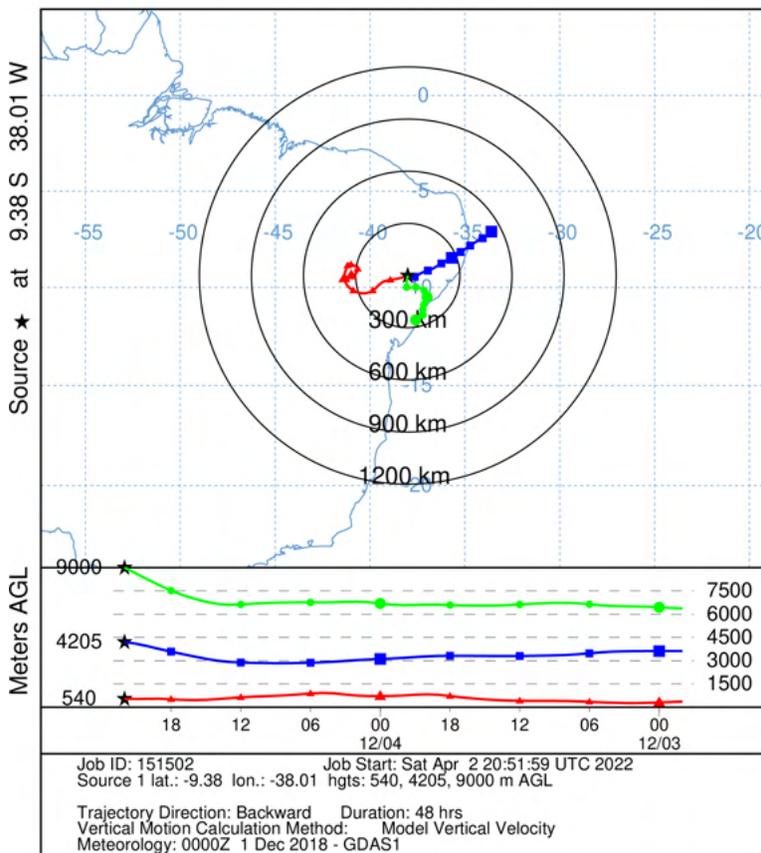


Figura 10: As trajetórias das parcelas de ar (deslocamento 'backwards') em baixos, médios e altos níveis para Delmiro Gouveia no dia 04/12/2018 às 22Z com 24h de antecedência.

## CONCLUSÃO / CONCLUSION

Foram noticiados 5 casos de grizo no nordeste entre 2014 e 2019, mas apenas dois destes ocorreram em território alagoano. Ambos os casos aconteceram no mês de dezembro em municípios bem próximos localizados no sertão alagoano. O primeiro caso foi no dia 25/12/2015 em Mata Grande, o outro no dia 04/12/2018 em Delmiro Gouveia.

No primeiro caso, a estação do INMET registrou muita nebulosidade com nuvens médias no local, com temperaturas do ar e do ponto de orvalho muito próximas, 20 e 19°C. A umidade estava em 85% com ventos fracos em solo, entretanto as análises sinóticas mostram ventos fortes no oceano em baixos níveis.

A maior contribuição para a formação de tempestade severa foram dois Vórtices Ciclônicos em Médios Níveis (VCMN) e um cavado em altos níveis. Os VCMN foram

descobertos recentemente (Fedorova et al. 2017) e ainda pouco informação sobre os fenômenos meteorológicos associados. O perfil vertical da atmosfera estava muito úmido na superfície com instabilidade condicional acima. A variação do vento com a altura indicou advecção local de ar frio, o que contribuiu para a formação de instabilidade, gerando nuvens convectivas. O modelo não mostrou valor do CAPE suficiente para convecção profunda e mesmo assim houve precipitação de granizo.

No segundo caso, a estação do INMET também registrou nuvens médias, mas com menos nebulosidade. O ar não estava tão frio, com a temperatura do ar em 24°C e umidade em 80%. Os ventos estavam muito fracos na superfície. Neste caso, observa-se cavado em todos os níveis, o que evidencia a formação de nuvens convectivas. A análise termodinâmica mostra uma advecção quente próximo a superfície e outra advecção fria em 750 hPa geraram um aquecimento próximo a superfície e instabilidade na camada de 600-700 hPa. O modelo não mostrou valor do CAPE suficiente para convecção profunda e mesmo assim houve precipitação de granizo. O CAPE era também insuficiente para formar granizo.

Em ambos os casos, o modelo não mostrou CAPE suficiente para formação de nuvens de convecção profunda e capaz de gerar granizo. Entretanto, mostrou nas linhas de corrente, sistemas sinóticos que influenciam a formação de fenômenos adversos, como VCMN e cavados. A variação do vento com a altura mostrou advecção fria em médios níveis (700 hPa), deixando a camada mais seca. Nenhum dos casos demonstraram condições adequadas de CAPE, mas houve precipitação de granizo.

É possível afirmar que o momento da precipitação de granizo no sertão de Alagoas pode ser formado por uma mudança de direção dos ventos em médios níveis (600 hPa). Isso se confirma pelo cálculo da trajetória da parcela feita pelo modelo HYSPLIT, em comparação com a direção das massas de ar no perfil vertical simulado (com dados do ERA5).

Portanto, a ocorrência de granizo no estado de Alagoas é possível mesmo que os modelos apontem valores baixos de CAPE e massas de ar seco em médios níveis. Também é possível afirmar que ventos fracos na superfície e cavado em todo o perfil da atmosfera contribuem significativamente para a formação de granizo. A análise da variação do vento com altura mostra a formação local de instabilidade, que contribui na formação de granizo.

## REFERÊNCIAS / REFERENCES

### Livros

FEDOROVA, N.; SILVA, B. F. P.; LEVIT, V. Análise e Previsão Prática das Nuvens Pelo Diagrama Termodinâmico SKEW-T/LOG-P. 2017, 227p. ISBN: 978-85-923360-1-1.

FEDOROVA, N.; SILVA, B. F. P.; LEVIT, V. Complexos Convectivos de Mesoescala Sobre o Nordeste do Brasil, 2019, 239p. ISBN: 978-65-900634-0-3.

FEDOROVA, N. Meteorologia Sinótica. Volume 2. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária- UFPel, 2001, p.242. ISBN: 85-7192-154-7; CDD: 551.5

FEDOROVA, N. Sinótica III: Frentes, Correntes de Jato, Ciclones e Anticiclones. Material didático: sinopses, figuras, equações Maceió: Ed. Universitária/ UFAL, 2008, 192 p. ISBN: 978-85-7177-421-6; CDU: 551.5

FEDOROVA, N. Sinótica IV: Sistemas e Processos Sinóticos Atuantes na América do Sul. Material didático: sinopses, figuras, equações Maceió: Ed. Universitária/ UFAL, 2008, 192 p. ISBN: 978-85-7177-422-3; CDU: 551.5

FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Organizadores. Primeiros Passos em Análise Meteorológica: OpenGrADS é Fácil, 2020, 85p. Autores e Colaboradores: Camila Oliveira, Davidson Melo, Glenda Silva, Mayara Lins, Thiago Barros. ISBN: 978-65-00-02977-2

FORSDYKE, A. G. 1969. Previsão do Tempo e Clima. São Paulo: Melhoramentos. 159p. TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; DO AMARAL, Rosângela. Desastres naturais: conhecer para prevenir. Instituto geológico, 2009.

VAREJÃO-SILVA, M. A. 2006. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital 2. Recife: 2006. 449p.

### **Repositório Acadêmico**

MILHAHN JUNIOR, A. W. Uma Ferramenta Para Análise Automática Dos Complexos Convectivos De Mesoescala No Nordeste Do Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

### **Artigo em revista acadêmica**

BEREZUK, A. G. Eventos extremos: Estudo da chuva de granizo de 21 de abril de 2008 na cidade de Maringá-PR. Revista Brasileira de Climatologia, v. 5, 2017.

BRITO, B. M.; LEVIT, V.; FEDOROVA, N.; MOLION, L.C.B.; TEÓRIO, R.S.; RODRIGUES, R.N. & SILVA, B.F.P. 2011. Análise do Comportamento das Trovoadas no Estado de Alagoas, Previsão a Curto Prazo. Revista Brasileira De Meteorologia, 26(2): 243-256.

CORDEIRO, E. S.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Análise Sinótica e Termodinâmica dos Eventos Com Trovoadas Para o Estado de Alagoas no Período de 15 Anos (1998-2012). Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 4, 685-694, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863340010>. ISSN 1982-4351.

KULICOV, V. A.; RUDNEV, G. V. Agrometeorologia Tropical. Havana: Científica – Técnica, 1980, p. 130 – 134.

LYRA, M. J. A.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V; FREITAS, I. G. F. Características dos Complexos Convectivos de Mesoescala no Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. Especial, 727-734, 2020

LYRA, M. J. A.; BONFIM, O. E. T.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Diagnóstico de um Complexo Convectivo de Mesoescala Observado no Semiárido do Nordeste Brasileiro (Mesoscale Convective Complex diagnosis observed in Semi-arid of Northeast Brazil). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 6, p. 1998-2009, 2018.

LYRA, M. J. A.; CAVALCANTE, L. C. V.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Complexos Convectivos de Mesoescala sobre o Nordeste do Brasil e fenômenos adversos associados. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 3, p. 95-103, 2018.

LYRA, M. J. A.; CAVALCANTE, L. C. V.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Ligação Entre Extremidade Frontal e Zona de Convergência Intertropical Sobre a Região Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, Vol. 42 - 1, p 413-424, 2019.

MARCELINO, I. P. V. O.; MENDONÇA, M.; RUDORFF, F. Ocorrências de granizo no estado de Santa Catarina. Em: *I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais*. GEDN/UFSC Florianópolis. Brasil, 2004. p. 795-805.

FEDOROVA, N.; DOS SANTOS, D. M. B.; LOPES SEGUNDO, M. M.; LEVIT, V. Middle Tropospheric Cyclonic Vortex In Northeastern Brazil And The Tropical Atlantic. *Pure and Applied Geophysics*, 2017, 174 (1), 397-411. DOI 10.1007/s00024-016-1381-1.

SILVA, B. F. P.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; PERESETSKY, A.; BRITO, M.; Sistemas sinóticos associados às precipitações intensas no estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 3, p. 323-338, 2011.

#### **Reportagem de jornal com autoria**

SEMARH - AL, Ascom. Volume de chuva no sertão do são francisco foi maior que o esperado. **Cada Minuto**. Maceió, 05, dez. 2018. Disponível em: <Volume de chuva no Sertão do São Francisco foi maior que o esperado>. Acesso em: 29 set. 2020

#### **Reportagem de jornal sem autoria**

CHUVA de granizo assusta moradores de Mata Grande, Sertão de Alagoas. **G1 AL**, Maceió, 25 dez. 2015. Disponível em: <<http://glo.bo/1NPi8CY>>. Acesso em: 29 set. 2020.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

**AMÉRICO JUNIOR NUNES DA SILVA** - Professor do Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia (Uneb - Campus VII) e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação, Cultura e Territórios Semiáridos - PPGESA (Uneb - Campus III). Doutor em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Mestre em Educação pela Universidade de Brasília (UnB), Especialista em Psicopedagogia Institucional e Clínica pela Faculdade Regional de Filosofia, Ciências e Letras de Candeias (IESCFAC), Especialista em Educação Matemática e Licenciado em Matemática pelo Centro de Ensino Superior do Vale do São Francisco (CESVASF). Foi professor e diretor escolar na Educação Básica. Coordenou o curso de Licenciatura em Matemática e o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) no Campus IX da Uneb. Foi coordenador adjunto, no estado da Bahia, dos programas Pró-Letramento e PNAIC (Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa). Participou, como formador, do PNAIC/UFSCar, ocorrido no Estado de São Paulo. Pesquisa na área de formação de professores que ensinam Matemática, Ludicidade e Narrativas. Integra o Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (CNPq/UFSCar), na condição de pesquisador, o Grupo Educação, Desenvolvimento e Profissionalização do Educador (CNPq/PPGESA-Uneb), na condição de vice-líder e o Laboratório de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (CNPq/LEPEM-Uneb) na condição de líder. É editor-chefe da Revista Baiana de Educação Matemática (RBEM) e da Revista Multidisciplinar do Núcleo de Pesquisa e Extensão (RevNUPE); e coordenador do Encontro de Ludicidade e Educação Matemática (ELEM).

**ANDRÉ RICARDO LUCAS VIEIRA** - Doutorando em Educação pela Universidade Federal do Sergipe - UFS/PPGED. Mestre em Educação de Jovens e Adultos pela Universidade do Estado da Bahia - UNEB/MPEJA (2018), com Especialização em Tópicos Especiais de Matemática (2020), Ensino de Matemática (2018), Educação de Jovens e Adultos (2016), Matemática Financeira e Estatística (2015) e Gestão Escolar (2008). Licenciado em Pedagogia pela Faculdade de Ciência, Tecnologia e Educação (2021) e Licenciado em Matemática pela Universidade Nove de Julho (2000). Atualmente é professor EBTT efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IFSertãoPE. Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores e Tecnologias da Informação e Comunicação - FOPTIC (UFS/CNPq) e do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Pedagogia Universitária - NEPPU (UEFS/CNPq). É editor assistente da Revista Baiana de Educação Matemática - RBEM.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ações afirmativas 15, 96

Agropecuária 32, 68, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 84, 94

Análise real 104, 109

Análise sazonal 116, 117, 119, 120, 123, 126

Atividade biológica 116, 117, 118, 119, 125

### B

Base Nacional Comum Curricular 7, 8, 9, 10, 12, 19, 20, 43, 58

### C

Cortes de Dedekind 104

### D

Déficit hídrico 85, 94

Desmatamento 32, 38, 71, 74, 76, 77, 78, 81

Diversidade 13, 14, 17, 32, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 113, 130

Diversidade cultural 96, 98, 99, 100, 103

### E

Educação Matemática 59, 156

Energia 22, 61, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 84, 120, 128, 129, 130, 131, 136, 138

Excel 1, 4, 6, 132

### F

Floresta tropical 22, 29, 87, 95

### G

Gênero 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 47, 98, 99, 101, 102

Gestão 8, 37, 96, 97, 100, 102, 112, 156

Granizo 139, 140, 141, 142, 144, 145, 147, 151, 152, 153, 154, 155

### H

Hospital 110, 112, 113, 114

Humidex 60, 62, 65, 66, 67

### I

Índice de transmissividade 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30

Índice NDVI 31, 33, 37

## **M**

Matemática 2, 6, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 109, 156

## **N**

Nordeste brasileiro 30, 139, 140, 141, 154

Números reais 104, 105, 106

## **O**

Óleos essenciais 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126

## **P**

Pantanal 32, 38, 72, 128, 129, 130, 131, 132, 136, 138

Preconceito 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 101, 103

Previsão do tempo 139, 154

Professor 13, 15, 16, 18, 42, 44, 45, 46, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 71, 139, 156

Profissão 40, 41, 43, 44, 45, 54, 56, 57, 58

Projeto social 110, 112, 114

*Psidium cattleyanum* 116, 117, 118, 119, 125, 126, 127

## **Q**

Queimadas 31, 32, 34, 36, 37, 38, 112, 128

## **R**

Radiação 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 39, 68, 78, 83, 88, 89, 90, 122, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

## **S**

Sazonalidade 22, 89, 91, 127, 131, 138

Simulação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 151

Solo-planta-atmosfera 85, 86, 94

## **T**

Temperatura 24, 26, 32, 38, 60, 61, 63, 65, 68, 74, 78, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 119, 120, 122, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 143, 144, 145, 148, 149, 151, 153

Teorema do limite central 1

## U

Umidade 26, 32, 60, 61, 63, 72, 74, 87, 88, 90, 91, 92, 118, 122, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 144, 145, 148, 149, 151, 152, 153

## V

Variabilidade climática 85

Variáveis meteorológicas 24, 60, 81

Vegetação densa 31, 36

Voluntário 110, 112, 114

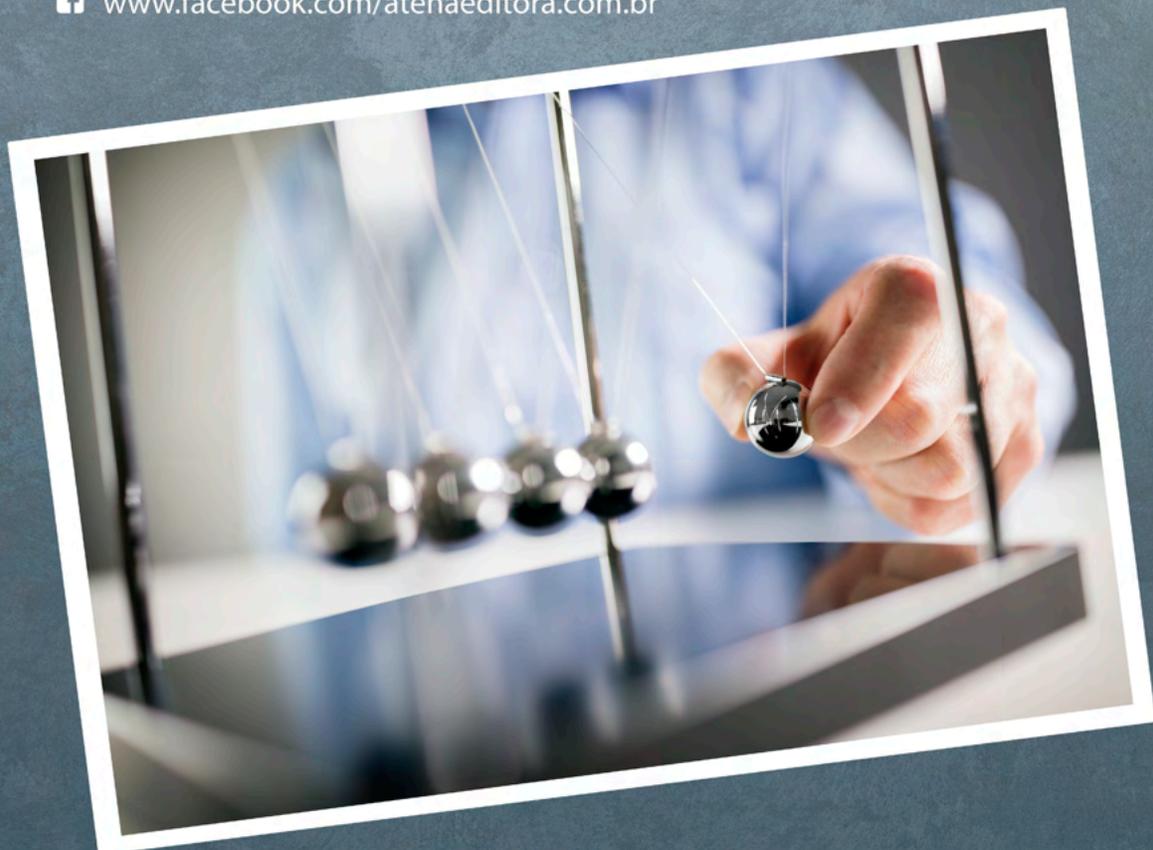
🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS: Conhecimentos e pesquisas 2

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# **FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS:** Conhecimentos e pesquisas 2